

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-266350

(43) 公開日 平成9年(1997)10月7日

(51) Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 27/15

H 0 1 L 27/15

33/00

33/00

D

A

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号

特願平8-73923

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(22) 出願日

平成8年(1996)3月28日

(72) 発明者 吉川 隆士

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 小倉 一郎

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

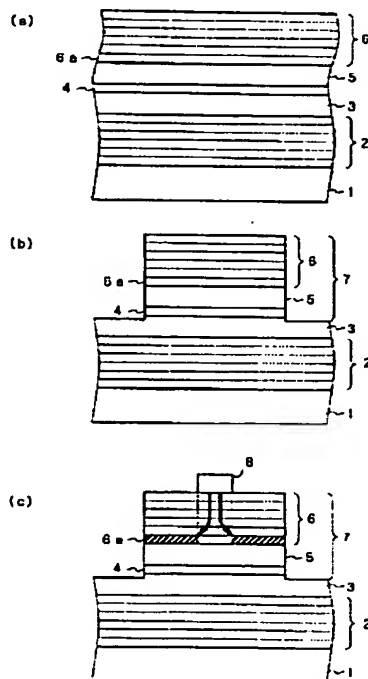
(74) 代理人 弁理士 山川 政樹

(54) 【発明の名称】 半導体レーザの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 面発光形レーザの生産性を向上させることを目的とする。

【解決手段】 メサ7を形成したp形DBR6上に、酸化シリコンからなる応力制御パタン8を形成する。この応力制御パタン8は、被酸化層6aに形成する電流狭窄領域の形状にほぼ等しくする。この後、水蒸気中で430°Cに加熱することで、メサ7の側面の露出部より被酸化層6aを選択的に酸化する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 化合物半導体からなる基板上に形成された化合物半導体多層構造の第1導電性を有する第1の分布ブラック反射膜および第2導電性を有する第2の分布ブラック反射膜と、前記第1および第2の分布ブラック反射膜に挟まれて形成された活性層と、前記活性層へ注入する電流路を狭窄するように形成された高抵抗領域とを備え、被酸化層を酸化することで前記高抵抗領域を形成した半導体レーザの製造方法において、

前記被酸化層に応力を加えた状態で、前記被酸化層をその端部より所定時間熱酸化して前記高抵抗領域を形成する工程を備えたことを特徴とする半導体レーザの製造方法。

【請求項2】 請求項1記載の半導体レーザの製造方法において、

前記第1の分布ブラック反射膜上にこれとは膨張係数が異なる所定形状のボタンを形成した後、前記被酸化層をその端部より所定時間熱酸化して前記高抵抗領域を形成することを特徴とする半導体レーザの製造方法。

【請求項3】 請求項1記載の半導体レーザの製造方法において、

前記第1の分布ブラック反射膜を加工して所定形状のメサを形成した後、前記被酸化層をその端部より所定時間熱酸化して前記高抵抗領域を形成することを特徴とする半導体レーザの製造方法。

【請求項4】 請求項1記載の半導体レーザの製造方法において、

前記基板の前記第1および第2の分布ブラック反射膜が形成された下の領域の所定位置に所定形状の孔を形成した後、前記被酸化層をその端部より所定時間熱酸化して前記高抵抗領域を形成することを特徴とする半導体レーザの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体レーザの製造方法に関し、特に選択酸化を用いて作製する半導体レーザの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】面発光型レーザは、基板に対して垂直な方向に光を出射するレーザであり（文献1：特開平7-240506号公報）、従来より光インタコネクション等の光源として用いられている。この面発光型レーザでは、例えば、GaAs/AlAsよりなる分布ブラック反射膜（DBR：distributed Bragg reflector）により共振器を構成し、その共振器の間の注入電流が流れる領域を挟むように高抵抗な領域を設け、これにより電流狭窄をおこなうようにしていた。そして、この高抵抗な領域を、イオン注入により形成するようにしていた。

【0003】これに対し、文献2（K.D.Choquette, R.P. Schneider, Jr., K.L.Lers and K.M.Geib, "Low threshold

voltage vertical-cavity lasers fabricated by selective oxidation", ELECTRONICS LETTERS 24th November 1994 Vol.30, pp2043-2044）に示されるように、構成材料中のAlGaAsの酸化を用いて、電流狭窄のための高抵抗な領域を形成する方法もある。この方法により、低閾値、高効率の優れた特性を有するレーザが作製されている。この高抵抗領域（電流狭窄層）の作製には、高温での水蒸気によるAlGaAsの酸化が用いられ、さらにAl組成比が0から1へ増えるに従い酸化の速度が増していくことを利用して、活性層直近の1層のみを酸化する方法がとられている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来は以上のように構成されていたので、電流狭窄のための高抵抗な領域の形成において、酸化の速度が不均一で、かつ再現性に欠けるという問題があった。例えば、上記文献2の例では、 $105\mu\text{m}$ の中の内側領域に形成したAlGaAsの層の、露出している端部から酸化をおこなって高抵抗層を形成し、 $4.5\times 8\mu\text{m}$ の電流注入域（未酸化の領域）を残すようにしている。ここで、このときの酸化速度は、規格化した値で0.07~0.3の幅、すなわち4倍程度ばらついている。従って、作製される電流注入域も大きくばらつく。電流密度と光出力はほぼ比例の関係があるので、これは非常に大きな特性ばらつきにあたる。工業化を考えた場合、この特性ばらつきは致命的である。

【0005】この発明は、以上のような問題点を解消するためになされたものであり、面発光型レーザの生産性を向上させることを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】この発明の半導体レーザの製造方法は、被酸化層に応力を加えた状態で、被酸化層をその端部より所定時間熱酸化して高抵抗領域を形成する工程とを備えるようにした。被酸化層をその端部より酸化することで形成される高抵抗領域は、加えられた応力により限定される。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図を参照して説明する。

実施の形態1. 図1は、本発明の第1の実施の形態における半導体レーザの製造方法を説明するための断面図である。同図(a)において、1はn形のGaAsからなる基板、2はn形の不純物が $1\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ 導入されたGaAs/AlGaAsからなるn形DBR、3はAlGaAsからなるクラッド層、4はInGaAs/AlGaAsからなり量子井戸となるInGaAs層が4層形成された多重量子井戸構造の活性層、5はAlGaAsからなるクラッド層、6はp形の不純物が $1\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ 導入されたGaAs/AlGaAsからなるp形DBR、6aはクラッド層5直上に形成されp形DB

R6を構成する他よりAl組成比の大きいAlGaAsからなる被酸化層である。

【0008】以下、この発明の製造方法について説明する。基板1上に上述した各層を形成した後、まず、図1(b)に示すように、所定の大きさのメサ7を被酸化層6a側面が露出するまで形成する。次いで、図1(c)に示すように、メサ7を形成したp形DBR6上に、酸化シリコンからなる応力制御ボタン8を形成する。この応力制御ボタン8は、被酸化層6aに形成する電流狭窄領域の形状にほぼ等しくする。

【0009】以下、この酸化シリコンからなる応力制御ボタン8の形成方法を説明する。まず、例えば、常圧化学気相堆積法(Cheical Vapor Deposit:CVD)により、p形DBR6上に酸化シリコンを成膜する。ついで、この酸化シリコン膜を光学露光法によりパターンニングしたレジストパターンをマスクに選択エッチングする。このエッチングは、ドライエッチング、あるいはウェットエッチングによりおこなう。

【0010】形成する応力制御ボタン8の膜厚としては、厚い方が大きな応力が得られるが、成膜速度や応力が大きすぎることによる下層への欠陥の導入を考慮すると、0.8μm程度が妥当と考えられる。また材料としては、酸化シリコン以外にも、窒化シリコン等の誘電体、Cr、Ni等の金属も考えられる。金属の場合には、酸化時の高温で下層のp形DBR6などと合金化してしまわないことが使用できる条件である。

【0011】以上示したように応力制御ボタン8を形成した後、水蒸気中で430℃に加熱することで、メサ7の側面の露出部より被酸化層6aを選択的に酸化する。他のAlGaAsからなる層よりもAl組成比を高くしてあるので、この被酸化層6aが選択的に酸化されている。酸化の速度はAl組成に大きく依存し、Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>Asにおいて、x=0.98ではx=1の場合の0.2倍となる。従って、例えば、被酸化層6aをx=1としたAlGaAsを用い、他の層では、x=0.9としたAlGaAsを用いるようにすればよい。

【0012】この酸化現象は、拡散フロント(前線)を有する拡散現象と同様に、内部での酸素の濃度勾配と酸化による体積変化に起因する内部応力に支配される。一方、応力制御ボタン8は他のp形DBR6など他の層と膨張係数が異なるため、400℃において図中矢印線で示す方向の応力を発生する。この応力が、被酸化層6aの端部からの酸化における酸化フロントの進行を抑制する。このため、被酸化層6aの酸化フロントの進行は、図2の特性図に示すように、応力制御ボタン8の直下で遅くなる。その結果、応力制御ボタン8に近い形状の電流注入領域を形成することが可能となる。すなわち、応力制御ボタン8が無い時に比べ均一な酸化が行われ、その結果、最終的に作製されたレーザの特性均一性も向上

する。

【0013】次に上述した酸化フロントの進行について詳細に説明する。この選択酸化現象に関してはまだ解明されていない点が多いが、はっきりとした酸化フロントを有することや、体積変化を伴うことなどから、ポリマー中へのアルコールの拡散等で知られるケース(case)II拡散と類似な点が多い。この場合、拡散は、濃度勾配の項と体積変化に起因する内部応力「 $\partial c / \partial t = (D \cdot \partial c / \partial x - v c)$ 」の項の2つの要素に支配され、拡散フロントは時間に比例して進行することが知られている。なお、上式において、cは拡散濃度、Dは拡散係数、vは応力、xは拡散距離、tは時間である。

【0014】ここで、図1に示したように、応力制御ボタン8が存在すると、この応力制御ボタン8とp形DBR6との膨張係数の違いにより、応力制御ボタン8の直下のp形DBR6内部に応力が発生する。このため、上式に新たに逆向きの応力項が加わり「 $\partial c / \partial t = \{D \cdot \partial c / \partial x - (v - v') c\}$ 」となる。それに伴い被酸化層6aの酸化フロントの進行は、図2に示すように、応力制御ボタン8の直下で遅くなる。すなわち、処理条件としては選択酸化の速度を遅くすることなく、応力制御ボタン8直下では自動的に酸化速度が遅くなる。

【0015】以上のことにより、所定の時間だけ酸化をおこなうようにすることで、酸化フロントの進行位置を均一性良くまた再現性良く停止できる。そして、このとき、被酸化層6aの未酸化領域を応力制御ボタン8とほぼ同形状に形成することが可能となる。そして、この被酸化層6aの未酸化領域が電流注入領域となり、酸化領域が高抵抗領域となり電流狭窄として機能する。

【0016】実施の形態2.とところで、上記実施の形態1では、被酸化層6a領域に応力を発生させるために、応力制御ボタン8を形成するようにしたが、これに限るものではない。図3に示すように、メサ9を形成して被酸化層6a領域に応力を発生させるようにしても良い。図3において、メサ9は、メサ7を形成した後、p形DBR6の被酸化層6a上の部分に、被酸化層6aに形成する電流狭窄領域の形状にその平面形状をほぼ等しく形成する。なお、他の符号は図1と同様である。

【0017】このように、メサ9を形成した以外の周囲の部分では、被酸化層6aの選択酸化のときに、応力が緩和され小さくなる。これに対してメサ9直下のp形DBR6では図中矢印線で示す応力が増すので、被酸化層6aの酸化フロントの進行が遅くなる。結果として、上記実施の形態1と同様に、メサ9の平面形状に近い未酸化領域を得ることが可能となる。このように、形成するメサ9の平面形状と未酸化領域の形状が近い場合、電流狭窄と光の閉じこめ領域がほぼ一致するので高い発光効率を得られる。

【0018】実施の形態3.次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。この実施の形態3では、図4

に示すように、基板1裏面に孔10を形成するようにしたものである。同図において、孔10は、被酸化層6aに形成する電流狭窄領域にその位置を合わせ、またその平面形状をその領域にほぼ等しく形成する。なお、他の符号は図1と同様である。このことにより、被酸化層6aの選択酸化の際に、孔10による基板1下方からの反りの応力が酸化フロントに加わる。結果として、上記実施の形態1と同様に、孔10の形状に近い未酸化領域を得ることが可能となる。

#### 【0019】

【発明の効果】以上説明したように、この発明では、被酸化層に電圧を加えた状態で、被酸化層をその端部より所定時間酸化して高抵抗領域を形成する工程を備えるようにした。この結果、被酸化層をその端部より酸化することで形成される高抵抗領域は、加えられた応力によ

り限定される。この結果、その高抵抗領域が均一性良くまた再現性良く形成され、結果として、面発光形レーザの生産性を向上させるという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態における半導体レーザの製造方法を説明するための断面図である。

【図2】 酸化フロントの進行を示す特性図である。

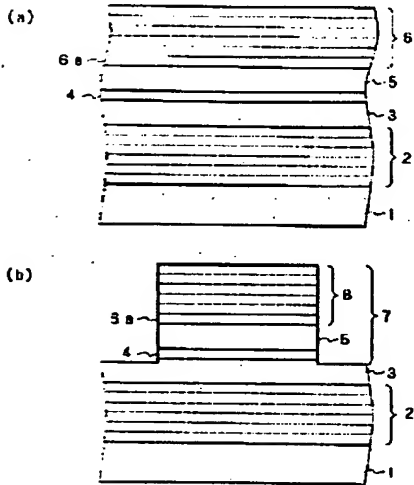
【図3】 本発明の第2の実施の形態における半導体レーザの製造方法を説明するための断面図である。

【図4】 本発明の第3の実施の形態における半導体レーザの製造方法を説明するための断面図である。

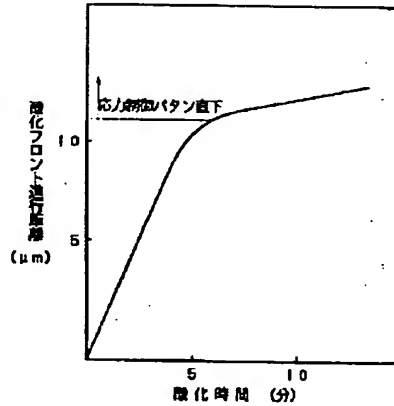
#### 【符号の説明】

1…基板、2…n形DBR、3、5…クラッド層、4…活性層、6…p形DBR、6a…被酸化層、7…メサ、8…応力制御ボタン。

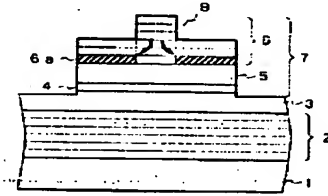
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

